

*д.т.н. Корсунов К.А.  
(Восточноукраинский национальный  
университет им. В. Даля, г. Луганск)*

## МОБИЛЬНЫЕ ПЛАЗМЕННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ

*В статье рассмотрены некоторые направления применения мобильных плазменных комплексов, предназначенных для утилизации опасных техногенных и биологических отходов. Использование мобильных установок позволяет утилизировать опасные радиоактивные, химические и биологические отходы непосредственно на месте их обнаружения или хранения без дополнительных затрат на транспортировку. Важной областью применения мобильных плазменных установок может стать применение для утилизации медицинских и биологических отходов в чрезвычайных ситуациях.*

**Ключевые слова:** медицинские и биологические отходы, чрезвычайная ситуация, плазменная утилизация, мобильный плазменный комплекс.

*У статті розглянуті деякі напрямки застосування мобільних плазмових комплексів, призначених для утилізації небезпечних техногенних і біологічних відходів. Використання мобільних установок дозволяє утилізувати небезпечні радіоактивні, хімічні й біологічні відходи безпосередньо на місці їх виявлення або зберігання без додаткових витрат на транспортування. Важливою сферою застосування мобільних плазмових установок може стати застосування для утилізації медичних та біологічних відходів в надзвичайних ситуаціях.*

**Ключові слова:** медичні та біологічні відходи, надзвичайна ситуація, плазмова утилізація, мобільний плазмовий комплекс.

**Введение.** Проблема утилизации и переработки опасных отходов по-прежнему остается актуальной не только в Украине, но и во многих странах. Решение данной проблемы связано с применением плазменных установок для утилизации и обезвреживания не только муниципальных, но также радиоактивных и высокотоксичных отходов, которые невозможно переработать традиционными методами. При этом нужно иметь в виду, что промышленная переработка отходов не имеет «готовых решений», вследствие чего отработка технологических решений, выбор основного и вспомогательного оборудования определяются отдельно для каждого конкретного случая. Учитывая, что к настоящему времени накоплен большой объем радиоактивных и химических веществ, подлежащих утилизации (обезвреживанию), значительный интерес представляет создание мобильных плазменных комплексов. Промышленная эксплуатация таких мобиль-

ных комплексов имеет ряд преимуществ по сравнению со стационарными установками, поскольку сводится к нулю риск заражения окружающей среды во время транспортировки опасных отходов в результате ДТП или нарушения целостности защитных контейнеров, снижаются требования к задачам логистики и пр. Кроме того, мобильные плазменные комплексы могут найти применение для решения некоторых задач МЧС. Так, например, по заказу МЧС в России ведется разработка мобильной установки для плазмотермической детоксикации проливов огнетушащих веществ, токсичных и экологически опасных материалов производительностью 30 кг/ч по твердым отходам и 50 кг/ч – по жидким отходам [1]. Ниже рассмотрим некоторые известные разработки мобильных установок.

**Анализ существующих плазменных технологий.** Американская компания Westinghouse разработала плазменную сис-

тому внутри передвижного модуля [2]. Внутри стандартного грузового трейлера была смонтирована плазменная система вместе со всеми сопутствующими ей устройствами – источником тока, системой газо- и водоснабжения, системой управления процессом и т.д. (рис. 1) Плазменная система, расположенная внутри трейлера, позволяет перерабатывать химические отходы с производительностью около 4 л/мин., с эффективностью разложения вредных компонентов до 99,99%.

Фирмой E.S.T. Ecological Systems Ltd совместно с ООО «Плазмактор» (г. Минск,

Беларусь) изготовлена и введена в эксплуатацию мобильная опытно-промышленная плазменная установка для утилизации токсичных химических отходов (рис. 2). Монтаж выполнен в 20-футовом транспортируемом автомобильном контейнере. Технологическая установка включает в себя устройство для подачи химических отходов, плазменный реактор с электродуговым плазмотроном постоянного тока типа ПДС-3, систему закалки, основную адсорбционную систему, экологическую адсорбционную систему, экологическую адсорбционную систему [3].

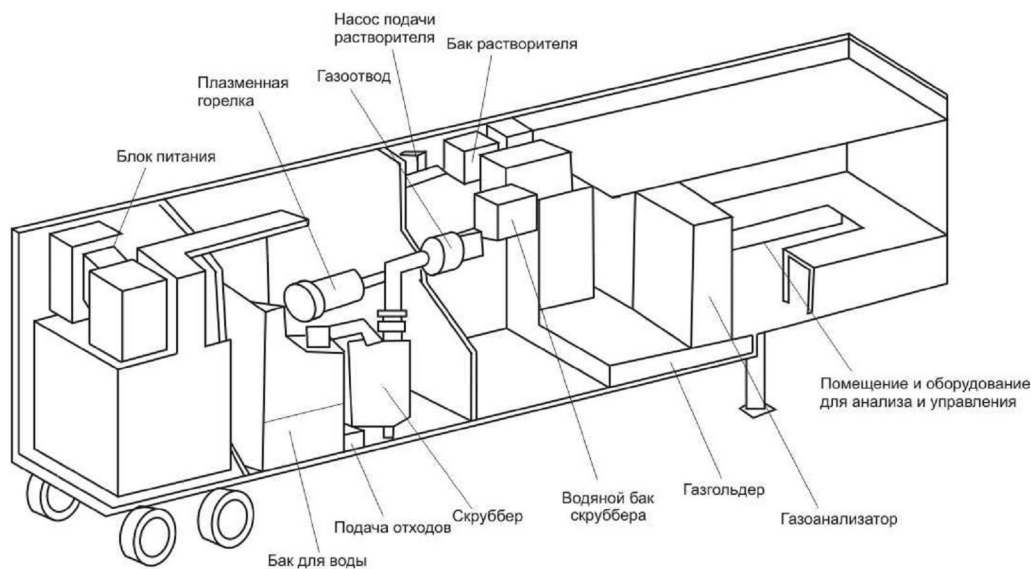


Рисунок 1 - Мобильный плазменный модуль компании Westinghouse

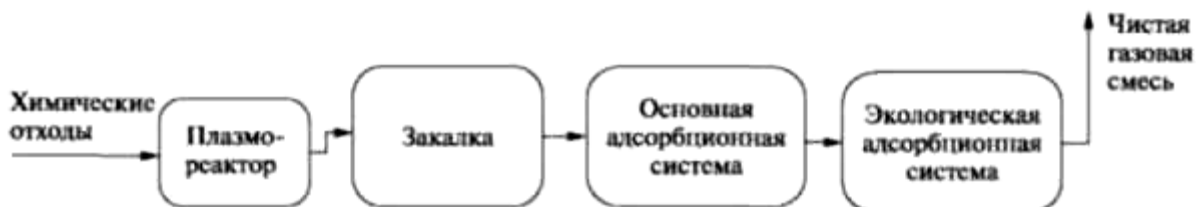


Рисунок 2 - Принципиальная схема мобильной опытно-промышленной плазменной установки по утилизации токсичных химических отходов, созданной в фирме E.S.T. Ecological Systems Ltd

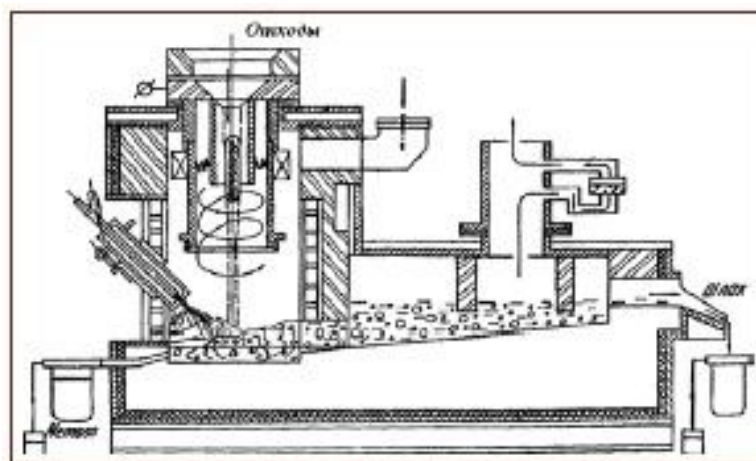


Рисунок 3 - Плазменная установка ЗАО «Плазма Тест» для обезвреживания медицинских отходов

Другим направлением применения мобильных плазменных установок может стать переработка медицинских и медико-биологических отходов. В настоящее время известны разработки стационарных установок для данных целей. Так, например, плазменная установка для переработки инфицированных медицинских отходов была разработана и спроектирована специалистами ЗАО «Плазма Тест» и построена на территории Московской городской инфекционной клинической больницы № 1 [4]. Принципиальная технологическая схема установки приведена на рис. 3. Основу оборудования составляет двухкамерная кессонная металлургическая печь с ванной расплава шлака и металла и плазмотроном на боковой стенке, обеспечивающим температурный уровень от 2000 до 5000 °С. Максимальная проектная пропускная способность по отходам - 60 кг/ч (500 т в год). Однако по ряду технических и экономических факторов указанная установка не была введена в постоянную эксплуатацию.

Специалистами Института тепло-массообмена им. А. В. Лыкова и ООО «Плазмактор» (г. Минск, Беларусь) была разработана, изготовлена и испытана плазменная камерная печь периодического действия мощностью до 50 кВт и производи-

тельностью 20-30 кг/ч, приведенная на рис. 4. Печь предназначена для обезвреживания сравнительно небольших объемов медицинских и биологических отходов. После загрузки отходов в количестве примерно 10-15 кг и включения плазмотрона цикл их переработки (сжигания) составляет примерно 10 мин и зависит от состава отходов. После завершения цикла работы плазмотрон выключается, и печь переходит в режим остывания и разгрузки шлака. Суммарное время реализации всех стадий составляет около 30 мин, после чего печь готова к следующей загрузке и включению [4].

На Украине сотрудниками Института электросварки им. Е.О. Патона НАНУ и Института газа НАНУ разработана плазменная технология и оборудование для экологически чистой утилизации медицинских отходов производительностью порядка 50 кг/ч по обезвреживанию медицинских отходов [5].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что опыт создания и эксплуатации мобильных плазменных установок позволяет создать мобильные плазменные комплексы для утилизации медицинских и биологических отходов, предназначенные для применения в чрезвычайных условиях.

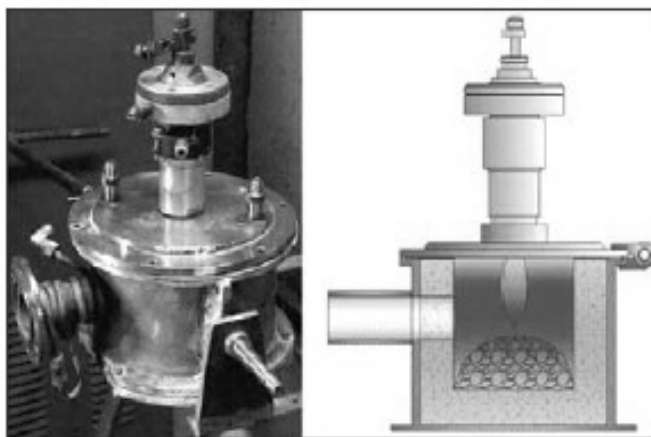


Рисунок 4 - Плазменная печь для обезвреживания медицинских отходов

**Целью работы** является рассмотрение возможности разработки и применения мобильных плазменных комплексов для МЧС.

**Применение мобильных плазменных комплексов в чрезвычайных ситуациях.** Прошедшие годы были отмечены достаточно большим количеством катастроф как природного, так и техногенного характера. Достаточно вспомнить землетрясение в Японии, спровоцировавшее аварию на атомной станции «Фукусима», наводнение в Краснодарском крае, землетрясение на Гаити, ураган «Катрина» и разрушение Нового Орлеана и др. Одной из проблем, которые необходимо решать после подобных катастроф, является уничтожение большого числа погибших животных, так как в противном случае останки начинают гнить и разлагаться. Неприятный запах при этом далеко не самая большая проблема. Опасность представляют болезнетворные бактерии и прочие патогенные микроорганизмы, которые активно размножаются в отходах. Кроме того, велика вероятность, что инфекцию могут разнести по обширной территории различные насекомые, птицы и падальщики, а это уже грозит эпидемией для целых регионов. Другой потенциальной опасностью, обуславливающей необходимость массового уничтожения скота и домашней птицы, являются периодически возни-

кающие эпидемии, например, «птичьего» или «свиного» гриппа, африканской чумы свиней и пр. В настоящее время в целях безопасного уничтожения трупов животных, исключающего возможность распространения инфекционных болезней и загрязнение окружающей среды, применяют четыре метода: переработка на ветеринарно-санитарных утилизационных заводах, сжигание, обезвреживание в биотермических ямах и захоронение на скотомогильниках. Однако в условиях чрезвычайных ситуаций наиболее эффективным является сжигание трупов погибших животных. В качестве термического источника используется открытый огонь (костры), однако температуры в открытых кострах невысоки (не более 800-1000°C), что не всегда достаточно для уничтожения патогенной микрофлоры. Поэтому наиболее эффективным методом утилизации в условиях чрезвычайной ситуации, по нашему мнению, является применение мобильных плазменных установок. Такая установка должна монтироваться на автомобильном шасси и содержать следующие элементы (рис. 5):

- плазменную печь, оборудованную воздушным электродуговым плазмотроном;
- системы газо- и водоснабжения плазмотрона;
- систему электропитания плазмотрона;

- систему газоочистки;
- систему автоматического управления процессом.

Плазменная печь. Оснащение плазменной печи электродуговым плазмотроном позволит увеличить температуру в реакционной области до 3500-5000°С, что значительно повышает эффективность утилизации. Мощность плазмотрона зависит от загрузочной емкости печи. Так, для утилизации 1 кг отходов требуется примерно 1 кВт энергии, следовательно, при скорости сжигания 100 кг/ч необходим плазмотрон мощностью 100 кВт. Применение в качестве рабочего газа воздуха снижает стоимость эксплуатации установки (т.к. воздух самый дешевый технологический газ) и упрощает систему газоснабжения.

Системы газо- и водоснабжения. Система газоснабжения содержит компрессор, ресивер и коммуникационные тракты для подачи атмосферного воздуха к плазмотрону. Система водоснабжения является замкнутого типа и обеспечивает охлаждение как конструктивных элементов плазмотрона, так и плазменной печи (при необходимости). Она включает насос для создания необходимого давления воды в системе, теплообменник и коммуникационные тракты.

Система электропитания плазмотрона. В зависимости от мощности плазмотрона система электропитания может быть вы-

полнена на источниках разного типа. В качестве примера можно предложить схему электропитания, использующую трехфазный дизель-генератор как источник переменного тока и тиристорный управляемый выпрямитель с автоматической стабилизацией тока и обратной связью по току (которые могут монтироваться на другом автомобильном шасси). Также система электропитания включает устройство возбуждения электрической дуги в плазмотроне.

Система газоочистки включает соответствующие фильтры для полной очистки отходящих газов от CO<sub>2</sub>, O<sub>x</sub>, нитрозных газов и пр.

Система автоматического управления должна обеспечивать следующие этапы работы:

- автоматический запуск плазмотрона;
- выход на рабочий режим;
- стабилизацию режима работы всех узлов установки;
- экстренное отключение электропитания плазмотрона в аварийной ситуации.

Таким образом, создание мобильных плазменных установок обеспечит возможность оперативно и более эффективно утилизировать трупы животных и других биологических отходов в условиях чрезвычайных ситуаций и улучшить тем самым эпидемиологическую ситуацию в пострадавших регионах.

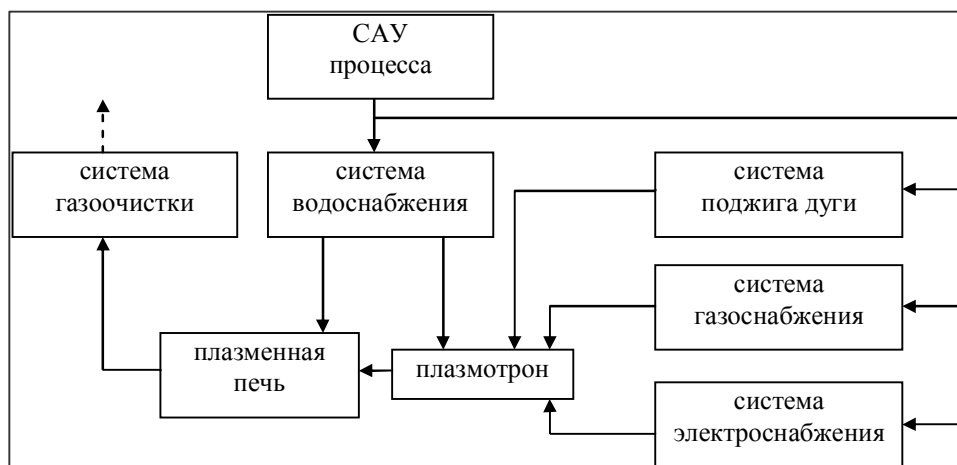


Рисунок 5 - Принципиальная схема предлагаемой мобильной плазменной установки по утилизации медицинских и биологических отходов в чрезвычайной ситуации

### **Библиографический список**

1. Кудрявцев А.А. Новое направление дивизиона «Техника для рециклинга» /А.А. Кудрявцев // *Твердые бытовые отходы*. – 2011. - № 10. – С. 46-47.
2. Гарин В.О. Перспективные схемы установок для плазменной утилизации деталей летательных аппаратов из композиционных материалов / В.О. Гарин, Ю.А. Богославец // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. – 2010. - № 47. – С. 105- 114.
3. Моссэ А. Л. Мобильная плазменная установка для уничтожения токсичных отходов / А.Л. Моссэ, Г.Э. Савченко, В.В. Савчин, А.В. Ложечник // *Электронный вариант материалов 7-ой Междунар. конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов»*. 8-9 апреля 2010 г., Харьков, Украина. – Харьков, 2010.
4. Бернадинер И.М. Высокотемпературная переработка отходов. Плазменные источники энергии / И.М. Бернадинер, М. Н. Бернадинер // *Твердые бытовые отходы*. – 2011. - № 4. –С. 16-19.
5. Установка для конверсии углеродсодержащих материалов / Жовтянский В.А., Петров С.В., Коржик В.Н. и др.// Тез. докл. междунар. научно-практ. конф. «Энергоэффективность». – К.: Институт газа НАНУ, 2008. – С. 114-116.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. Заблодским Н.Н.**